

[73]

105334

geb. 17.8.79, d.

# Die Asynchronmaschine

Ihre Theorie und Berechnung unter besonderer  
Berticksichtigung der Keilstab- und Doppelkaffläufer

von

**Dr.-Ing. W. Nürnberg**  
o. Professor an der Technischen Universität Berlin

Zweite durchgesehene Auflage

Mit 237 Abbildungen  
und sechs durchgerechneten Beispielen



Buchverl. der Stadt.  
Hygiene-Schule  
Duisburg

Buchnummer: \_\_\_\_\_  
DK. Zahl \_\_\_\_\_

Springer-Verlag  
Berlin/Göttingen/Heidelberg  
1963

GESAMTHOCHSCHUL-  
BIBLIOTHEK  
DUISBURG

Der Teil des Umlanges des primären oder sekundären Ankers, den jede der beiden Seiten einer Spulengruppe einnimmt, heißt Zone. Die Breite der Zone beeinflusst, wie später erläutert wird, den Wirkungsgrad oder in Teilen der Polteilung aus. Bei Drehstromwicklungen gibt es im allgemeinen nur die Zonenbreite von  $90^\circ$  bzw.  $1/2$  Polteilung. Man teilt also den vollen Umlang einer 2-poligen Maschine in 6 gleiche Zonen, von denen die erste und vierte dem Stator  $U$ , die dritte und sechste dem Stator  $V$  und zweite dem Stator  $W$  zugeordnet ist. Zone 1, 3, 5 und 6 fallen also in den Zonen 4, 2, 6 und 3 aufeinanderfolgenden Stränge  $U$ ,  $V$ ,  $W$  während in den Zonen 1, 2, 5 und 4 die rückkehrenden Leiter liegen. Dies gilt für die Einspeisewicklungen. Bei den Zwischenwicklungen liegt der Leiter in der unteren Nutstille. Dadurch würde die Hälfte der Zonen jeder Seite frei bleiben, wenn man nicht durch Einlegen der doppelten Anzahl von Spulen auch die anderen Zonen bewickelte. Durch Umkehrung des Schließens in diesen Spulen kommen Spulenseiten gleicher Strangzugehörigkeit und gleicher Stromrichtung in beiden Schichten aneinander genau übereinander oder doch meist benachbart zu liegen. Bei mehrpoligen Maschinen wiederholt sich die Zonenanordnung für jede weitere Polpaarteilung.

Die 6 Zonen der Drehstromwicklungen kann man sich entstanden denken durch die doppelte Aufteilung einer Gleichstromwicklung, die man in eine Drehstromwicklung mit 3 Strängen umwandelt. Schneidet man in 3 Zonen ein, so erhält man eine wesentlich ungleichmäßigere Stromverteilung mit einer Zonenbreite von  $120^\circ$  oder  $2/3$  einer Polteilung. Solche Zonen wählt man nur bei polumschaltbaren Maschinen, eine besondere bei denen für eine Umschaltung im Verhältnis 1:2.

Ungerade Zonenbreiten bekommt man bei den sog. Drehstromwicklungen. Wickelt man eine Drehstrommaschine mit z. B. 30 Nuten für 4 Pole, so entfällt auf eine Spulengruppe die Spulenanzahl  $24/4$ . Man wechselt dann mit Gruppen von 2 und 3 Nuten je Strang nacheinander ab, bekommt also örtlich verschiedene breite Zonen. Im Mittel sind aber alle Zonen wieder  $60^\circ$  breit.

Einphasenmaschinen wickelt man mit einer Wicklung, deren Zone doppelt so breit wie die einer Drehstromwicklung ist. Sie beträgt also  $120^\circ$ . Man stellt also nur  $1/2$  des Maschinenumfanges an, würde aber bei voller Bewicklung praktisch keine höhere Leistung erzielen können. Diese Einphasenwicklung kann man auch bekommen, indem man zwei Stränge einer normalen Drehstromwicklung hintereinander schaltet.

Die Spulenbreite ist die Entfernung der beiden Nuten, denen die hintereinander und rückkehrenden Leiter einer Spule angehören. Man kann sie in Nutteilungen, in elektrischen Graden oder bezogen auf die Polteilung ausdrücken. Die erste Angabe ist von der Polzahl unabhängig und empfiehlt sich daher bei polumschaltbaren Maschinen. Bei normalen Maschinen gibt man die Breite der Spule meist als Bruchteil der Pol-

teilung an, die ihrerseits in einkontingier Weise dem elektrischen Winkel von  $180^\circ$  entspricht.

Man sagt entweder, daß die Spulenweite z. B. 65% der Polteilung beträgt oder man gibt den Bruch als Verhältnis der von der Spule umfaßten Nutteilungen zu den auf einen Pol entfallenden Nutteilungen an. Bei einer Maschine mit 8 Nuten je Pol, die mit Spulen einer Weite von 8 Nutteilungen versehen ist, beträgt demnach die relative Weite  $8/8$ .

Der *Wicklungsgrad* ist gleich der Spulenweite. Man drückt ihn etwas anders aus, indem man die Nut angibt, in welche die zu Nut 1 gehörenden rückkehrenden Leiter gelegt werden. In obigem Beispiel beträgt also der Schritt 1:9. Die zweite Zahl ist immer um 1 größer als die Weite. Dieser Zusammenhang ist primitiv, versteht aber deshalb leicht zu einer falschen Angabe an die Werkstatte.

Die Spulenweite ist nur bei Wicklungen mit Spulen gleicher Weite konstant. Zu diesen zählt die Zweischichtwicklung und eine früher ausgeführte Art der Einspeisewicklung. Bei den heutigen Einspeisewicklungen haben alle Spulen einer Gruppe verschiedene Weite. Nur wenn die Nutzahl je Pol und Strang eine ungerade Zahl ist, hat eine einzige dieser Spulen eine Weite gleich der Polteilung. Die übrigen sind größer oder kleiner. Die mittlere Weite aller Spulen ist aber genau gleich der Polteilung. Deshalb spricht man auch bei der Einspeisewicklung von einer Weite von 100%, obwohl bei einer Lochzahl, die durch 2 teilbar ist, überhaupt keine Spule wirklich diese Weite hat.

Man spricht von einer *Seitung* der Spulen, wenn die Weite kleiner als die Polteilung ist. Die Abweichung gegen die volle Polteilung heißt die *Verzerrung*. Man drückt sie in Nutteilungen oder in % aus. Eine eigentliche Seitung ist nur bei Zweischichtspulen möglich. Sie ist ein wichtiges, praktisch oft angewandtes Mittel, um die Oberfelder klein zu halten und um außerdem an Wicklungsmaterial zu sparen. Meist wählt man eine Spule um  $1/4$  der Polteilung. Dann prägen sich die Stator und der Oberrand der Spule nur schwach aus. Die Seitung um  $1/4$  Polteilung, die bei Drehstrommaschinen wohl nur zur Verringerung der Wicklungslänge von 2-poligen und auch großen 4-poligen Maschinen gewählt. Solche Maschinen können nur schwer mit Spulen des vollen Schrittes hergestellt werden. Die Verzerrung der Spule in Nutteilungen nimmt zwar der Kopf auf der einen Ankerseite ab, auf der anderen Seite erhöht sich die Länge aber um den gleichen Betrag. Gezielte Wellenwicklungen, die man fast nur im Leiter größerer Maschinen vorfindet, sind daher selten.

Die *Lochzahl* einer Drehstrommaschine bezeichnet die *Nutenzahl je Pol und Strang*. Sie ist eine recht kleine Größe und wird  $z$  genannt. Je höher die Lochzahl  $z$ , desto oberwellenförmiger ist die Feldkurve. Dem entsprechend erhöht sich der Kurzschlußstrom. Außerdem sinkt bei steigender Lochzahl die spezifische Wärmelast der Nutenwand und der Wicklungsfläche. Die wohl meistbenutzte Lochzahl ist 3 und 4. Seltener, wenn konstruktive Gründe hierzu zwingen, wählt man  $z = 2$ .